

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

10/523977

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2004年3月4日 (04.03.2004)

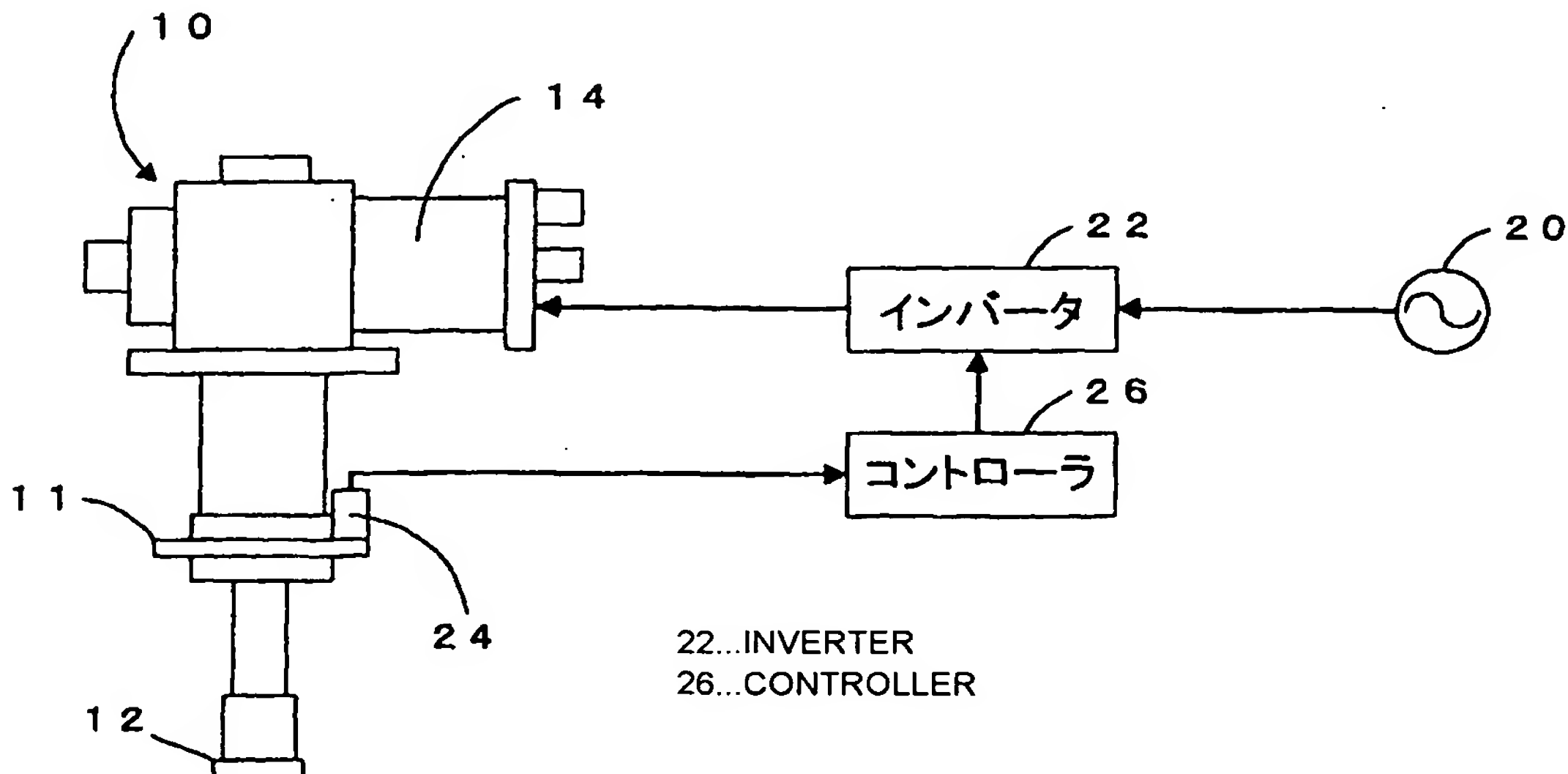
PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2004/018947 A1

- (51) 国際特許分類: F25B 9/14 (72) 発明者; および  
(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/007525 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 田中 秀和  
(22) 国際出願日: 2003年6月12日 (12.06.2003) (TANAKA, Hidekazu) [JP/JP]; 〒359-1152 埼玉県 所沢  
(25) 国際出願の言語: 日本語 市 北野 8 5 7-3 住友ハイツ小手指 1 0 2 Saitama  
(26) 国際公開の言語: 日本語 (JP).  
(30) 優先権データ: 特願2002-239550 2002年8月20日 (20.08.2002) JP (74) 代理人: 高矢 諭, 外 (TAKAYA, Satoshi et al.); 〒151-  
0053 東京都 渋谷区 代々木二丁目 1 0 番 1 2 号 南新  
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 住友重機 宿ビル Tokyo (JP).  
械工業株式会社 (SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES, (81) 指定国 (国内): CN, DE, KR, US.  
LTD.) [JP/JP]; 〒141-8686 東京都 品川区 北品川五丁 添付公開書類:  
目9番11号 Tokyo (JP). — 国際調査報告書  
— 補正書
- 2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: VERY LOW TEMPERATURE REFRIGERATOR

(54) 発明の名称: 極低温冷凍機



(57) Abstract: An inverter (22) is provided between a power source (20) and a suction/discharge valve driving motor (14) that controls cycle time of suction and discharge of a refrigerator unit (10). An output frequency of the inverter (22) is controlled in accordance with output of a sensor (24) that detects temperature of a thermal load portion (11) of the refrigerator unit (10). This enables temperature adjustment of individual refrigerators with a highly reliable method without using an electric heater.

(57) 要約: 電源20と冷凍機ユニット10の吸排気のサイクルタイムを司る吸排気バルブ駆動用モータ14の間にインバータ22を設け、冷凍機ユニット10の熱負荷部(11)の温度を検出する温度センサ24の出力に応じて、前記インバータ22の出力周波数を制御する。これにより、電気ヒータを用いることなく、信頼性の高い方法で個々の冷凍機の温度調整を可能とする。

WO 2004/018947 A1

## 明細書

### 極低温冷凍機

#### 技術分野

本発明は、極低温冷凍機に係り、特に、クライオポンプ、超伝導マグ  
5 ネット、極低温計測装置、簡易液化機等に用いるのに好適な、温度調節  
を行なうことが可能な極低温冷凍機に関する。

#### 背景技術

極低温冷凍機は、一般に、蓄冷材を収納すると共に膨張室を内部に有  
10 する膨張式冷凍機ユニットと、圧縮機本体を収納した圧縮機ユニットと  
を備えており、前記冷凍機ユニットが極低温に冷却されるべき装置や容  
器などに取付けられる。そして、圧縮機ユニットによって高圧にした冷  
媒ガスを冷凍機ユニットに送り、ここで、その高圧の冷媒ガスを蓄冷材  
によって冷却してから膨張させて更に冷却し、その低圧の冷媒ガスを圧  
15 縮機ユニットに戻すという冷凍サイクルを繰り返すことによって、極低  
温を得ている。

このような冷凍機で温度調節を行なう場合、従来は、冷凍機ユニット  
に電気ヒータを配設することで、熱負荷を入れて温度を調節していた。

しかしながら、極低温の環境で使用することから、ヒータの信頼性が  
20 低く、度々絶縁不良や、これによる漏電のための緊急停止等の不具合を  
発生していた。

又、他の方法として、特開2000-121192に記載されている  
如く、圧縮機本体の回転数をインバータで制御し、ガス量を調整して温  
度調整することも考えられる。この方法は、1台の圧縮機ユニットで1  
25 台の冷凍機ユニットを運転する場合は有効であるが、1台もしくは複数  
台の圧縮機ユニットで複数台の冷凍機ユニットを運転する場合は、個々  
の冷凍機ユニットの温度調整を行なうことができないという問題点を有

していた。

更に、1台もしくは複数台の圧縮機ユニットで複数台の冷凍機ユニットを運転する場合には、各冷凍機ユニットの起動時のバルブタイミングそのままであることから、各冷凍機ユニットに流れるガス流量にバラツキ（吸気タイミングが重なった場合に先に吸気される冷凍機ユニットに多く流れる）が発生し、冷凍機ユニット間の冷凍能力にバラツキが出るという問題点も有していた。

### 発明の開示

10 本発明は、前記従来の問題点を解決するべくなされたもので、常温部に設けた温度制御機構によって、温度調節可能とすることを第1の課題とする。

本発明は、又、1台もしくは複数台の圧縮機ユニットで複数台の冷凍機ユニットを運転する場合の冷凍機ユニット間のバラツキを解消することを第2の課題とする。

本発明は、更に、消費電力を低減することを第3の課題とする。

本発明は、極低温冷凍機において、電源と冷凍機ユニットの吸排気のサイクルタイムを司る吸排気バルブ駆動用モータの間に設けられた、該吸排気バルブ駆動用モータの周波数を可変させる手段と、冷凍機ユニットの熱負荷部の温度を検出する温度センサと、該温度センサの出力信号に応じて、前記吸排気バルブ駆動用モータの周波数を可変させる手段を制御するコントローラとを備えることにより、前記第1の課題を解決したものである。

又、1台もしくは複数台の圧縮機ユニットで複数台の冷凍機ユニットを運転する場合に、前記手段を用いた冷凍機ユニットを構成することで、前記第2の課題を解決したものである。

本発明は、又、極低温冷凍機において、電源と圧縮機ユニットの圧縮

機本体モータとの間に設けられた、該圧縮機本体モータの周波数を可変させる手段と、前記圧縮機本体の吐出口と前記冷凍機ユニットの冷媒供給口とを接続する高圧冷媒管に取り付けられた高圧圧力センサと、前記圧縮機本体の吸入口と前記冷凍機ユニットの冷媒排出口とを接続する低  
5 圧冷媒管に取り付けられた低圧圧力センサと、前記高圧圧力センサと前記低圧圧力センサの出力信号に応じて、前記圧縮機本体モータの周波数を可変させる手段を制御するコントローラと、を備えたことを特徴とする圧縮機ユニットを使用して、前記冷凍機ユニットの複数台と、前記圧縮機ユニット 1 台もしくは複数台にて構成することにより、前記第 3 の  
10 課題を解決したものである。

本発明は、又、極低温冷凍機において、電源と圧縮機ユニットの圧縮機本体モータとの間に設けられた、該圧縮機本体モータの周波数を可変させる手段と、前記圧縮機本体の吐出口と前記冷凍機ユニットの冷媒供給口とを接続する高圧冷媒管と前記圧縮機本体の吸入口と前記冷凍機ユニ  
15 ャットの冷媒排出口とを接続する低圧冷媒管の間に取り付けられた差圧圧力センサと、該差圧圧力センサの出力信号に応じて、前記圧縮機本体モータの周波数を可変させる手段を制御するコントローラと、を備えたことを特徴とする圧縮機ユニットを使用して、前記冷凍機ユニットの複数台と、前記圧縮機ユニットの 1 台もしくは複数台にて構成することによ  
20 り、前記第 3 の課題を解決したものである。

本発明は、又、前記の冷凍機ユニットもしくは極低温冷凍機を備えたことを特徴とするクライオポンプを提供することで、前記第 1 の課題を解決し、更に、前記第 2、3 の課題を解決したものである。

本発明は、又、クライオポンプのクライオパネルの任意の位置の温度  
25 を検出する温度センサと、該温度センサの出力に応じて、冷凍機ユニットの吸排気のサイクルタイムを司る吸排気バルブ駆動用モータの周波数を可変させる手段を制御するコントローラと、を備えたことを特徴とす



るクライオポンプを提供することで、前記第 1 の課題を解決し、更に、前記第 2、3 の課題を解決したものである。

又、前記の冷凍機ユニットもしくは極低温冷凍機を備えたことを特徴とする超伝導マグネットを提供することで、前記第 1 の課題を解決し、  
5 更に、前記第 2、3 の課題を解決したものである。

本発明は、又、超伝導マグネットの任意の位置の温度を検出する温度センサと、該温度センサの出力に応じて、冷凍機ユニットの吸排気のサイクルタイムを司る吸排気バルブ駆動用モータの周波数を可変させる手段を制御するコントローラと、を備えたことを特徴とする超伝導マグネ  
10 ットを提供することで、前記第 1 の課題を解決し、更に、前記第 2、3 の課題を解決したものである。

又、前記の冷凍機ユニットもしくは極低温冷凍機を備えたことを特徴とする極低温計測装置を提供することで、前記第 1 の課題を解決し、更に、前記第 2、3 の課題を解決したものである。

15 本発明は、又、極低温計測装置の任意の位置の温度を検出する温度センサと、該温度センサの出力に応じて、冷凍機ユニットの吸排気のサイクルタイムを司る吸排気バルブ駆動用モータの周波数を可変させる手段を制御するコントローラと、を備えたことを特徴とする極低温計測装置を提供することで、前記第 1 の課題を解決し、更に、前記第 2、3 の課  
20 題を解決したものである。

本発明は、又、前記の冷凍機ユニットもしくは極低温冷凍機を備えたことを特徴とする簡易液化機を提供することで、前記第 1 の課題を解決し、更に、前記第 2、3 の課題を解決したものである。

25 本発明は、又、簡易液化機の任意の位置の温度を検出する温度センサと、該温度センサの出力に応じて、冷凍機ユニットの吸排気のサイクルタイムを司る吸排気バルブ駆動用モータの周波数を可変させる手段を制御するコントローラと、を備えたことを特徴とする簡易液化機を提供す

ること、前記第 1 の課題を解決し、更に、前記第 2、3 の課題を解決したものである。

又、簡易液化機の液溜容器内の液面検出手段と、該液面検出手段の出力に応じて、冷凍機ユニットの吸排気のサイクルタイムを司る吸排気バルブ駆動用モータの周波数を可変させる手段を制御するコントローラと、  
5      、を備えたことを特徴とする簡易液化機を提供すること、前記第 1 の課題を解決し、更に、前記第 2、3 の課題を解決したものである。

#### 図面の簡単な説明

10      図 1 は、本発明に係る極低温冷凍機の第 1 実施形態の構成を示すブロック図である。

図 2 は、第 1 実施形態の効果を従来例と比較して示す線図である。

図 3 は、本発明の第 2 実施形態の構成を示す管路図である。

図 4 は、本発明の第 3 実施形態の構成を示す管路図である。

15      図 5 は、本発明の第 4 実施形態の構成を示す管路図である。

図 6 は、本発明の第 5 実施形態であるクライオポンプの概略構成図である。

図 7 は、本発明の第 6 実施形態である超伝導マグネットの概略構成図である。

20      図 8 は、本発明の第 7 実施形態である極低温測定装置の概略構成図である。

図 9 は、本発明の第 8 実施形態である簡易液化機の概略構成図である。

25      図 10 は、本発明の第 9 実施形態である簡易液化機に液面計を使用した場合の概略構成図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

以下図面を参照して、本発明の実施形態を詳細に説明する。

本発明の第1実施形態は、図1に示す如く、本発明を、2段G-M（ギフォード・マクマホン）サイクル冷凍機の冷凍機ユニット10の1段低温部11の温度を調整する場合に適用したもので、電源20と冷凍機  
5 ユニット10の吸排気のサイクルタイムを司る吸排気バルブ駆動用モータ14の間に設けられたインバータ22と、冷凍機ユニット10の熱負荷部である1段低温部11の温度を検出する温度センサ24と、該温度センサ24の出力に応じて、前記インバータ22の出力周波数をフィードバック制御するコントローラ26とを備えている。図において、12  
10 は、前記冷凍機ユニット10の2段低温部である。

本実施形態において、インバータ22の出力周波数は、温度センサ24によって検出された1段低温部11の温度に応じて、コントローラ26によりフィードバック制御され、吸排気バルブ駆動用モータ14により、冷凍機ユニット10の吸排気のサイクルタイムが調整される。従っ  
15 て、1段低温部11の温度が目標値より低い時は、冷凍機の吸排気のサイクルタイムを長くすることで、1段低温部11の温度を上げることができる。逆に、1段低温部11の温度が目標値より高い時は、冷凍機の吸排気のサイクルタイムを短くすることで、1段低温部11の温度を下げる  
ことができる。

20 負荷を15W、5W、0Wと変化させた場合の1段低温部の温度（1段温度と称する）の変化状態を図2に示す。従来のように冷凍機回転数を72rpmに固定した場合には、1段温度が、破線で示す如く、負荷が減るに連れて100.9Kから65K、45Kへと下がっていったの  
に対し、本発明により、冷凍機回転数を負荷5Wの場合で42rpm、  
25 負荷0Wの場合で30rpmに下げた場合には、実線で示す如く、1段温度をほぼ100Kで一定に維持することができた。

次に、本発明の第2実施形態を説明する。

本実施形態は、図 3 に示す如く、1 台の圧縮機ユニット 30 で 3 台の 2 段 G-M サイクル冷凍機の冷凍機ユニット 10 A、10 B、10 C を運転する場合に本発明を適用したもので、各冷凍機ユニット 10 A、10 B、10 C には、第 1 実施形態と同様にインバータ 22 A、22 B、22 C、温度センサ 24 A、24 B、24 C、及び、コントローラ 26 A、26 B、26 C が設けられている。

本実施形態において、各冷凍機ユニットは、1 段低温部の温度が目標値になるように吸排気のサイクルタイムをコントロールできるので、冷凍機ユニット間のばらつきを解消することができる。

10 次に、本発明の第 3 実施形態を説明する。

本実施形態は、図 4 に示す如く、1 台の圧縮機ユニット 30 で 3 台の 2 段 G-M サイクル冷凍機の冷凍機ユニット 10 A、10 B、10 C を運転する場合に本発明を適用したもので、各冷凍機ユニット 10 A、10 B、10 C には、第 1 実施形態と同様にインバータ 22 A、22 B、22 C、温度センサ 24 A、24 B、24 C、及び、コントローラ 26 A、26 B、26 C が設けられている。

本実施形態においては、更に、電源 20 と圧縮機ユニット 30 の間に設けられた第 2 のインバータ 40 と、圧縮機ユニット 30 と冷凍機ユニット 10 A、10 B、10 C を繋ぐ作動ガス配管の高圧ガスライン 32 及び低圧ガスライン 34 にそれぞれ配設された圧力センサ 42、44 と、該圧力センサ 42、44 の出力信号に基づいて高圧ガスと低圧ガスの差圧を算出し、第 2 のインバータ 40 の出力周波数を制御することで、圧縮機の回転数を調整し、差圧を調整する第 2 のコントローラ 46 とを備えている。

25 本実施形態において、まず冷凍機の冷凍能力は、高圧ガスと低圧ガスの差圧で決まることから、圧力センサ 42、44 の出力により差圧を一定値に制御する。このとき、熱負荷が小さい冷凍機ユニットは、その吸



排気のサイクルタイムをインバータ 22 A、22 B、又は 22 C で長くすることで、ガス流量を少なくし、求められる温度に調整できる。このとき、その冷凍機ユニットに流れるガス量が減ることで、差圧が上がろうとするが、差圧を一定にするようインバータ 40 により圧縮機 30 の回転数が下がるので、全体の消費電力を低減できる。

本実施形態によれば、各冷凍機ユニットに設けたインバータ 22 A、22 B、22 C による各冷凍機毎の温度調節と、それぞれによる冷凍機ユニット間のバラツキ解消に加え、圧縮機ユニット 30 に設けた第 2 のインバータ 40 による消費電力低減の両立を図ることができる。

次に、本発明の第 4 実施形態を説明する。

本実施形態は、図 5 に示す如く、1 台の圧縮機ユニット 30 で 3 台の 2 段 G-M サイクル冷凍機の冷凍機ユニット 10 A、10 B、10 C を運転する場合に本発明を適用したもので、各冷凍機ユニット 10 A、10 B、10 C には、第 1 実施形態と同様にインバータ 22 A、22 B、22 C、温度センサ 24 A、24 B、24 C、及び、コントローラ 26 A、26 B、26 C が設けられている。

本実施形態においては、更に、電源 20 と圧縮機ユニット 30 の間に設けられた第 2 のインバータ 40 と、圧縮機ユニット 30 と冷凍機ユニット 10 A、10 B、10 C を繋ぐ作動ガス配管の高圧ガスライン 32 及び低圧ガスライン 34 に配設された差圧圧力センサ 48 と、該差圧圧力センサ 48 の出力信号に基づいて、第 2 のインバータ 40 の出力周波数を制御することで、圧縮機ユニット 30 の回転数を調整し、差圧を調整する第 2 のコントローラ 46 とを備えている。

本実施形態において、まず冷凍機の冷凍能力は、高圧ガスと低圧ガスの差圧で決まることから、差圧圧力センサ 48 の出力により差圧を一定値に制御する。このとき、熱負荷が小さい冷凍機ユニットは、その吸排気のサイクルタイムをインバータ 22 A、22 B、又は 22 C で長くす

ることで、ガス流量を少なくし、求められる温度に調整できる。このとき、冷凍機ユニットに流れるガス量が減ることで、差圧が上がろうとするが、差圧を一定にするようインバータ 40 により圧縮機 30 の回転数が下がるので、全体の消費電力を低減できる。

- 5      本実施形態によれば、各冷凍機ユニットに設けたインバータ 22 A、22 B、22 C による各冷凍機毎の温度調節と、それによる冷凍機ユニット間のバラツキ解消に加え、圧縮機ユニット 30 に設けた第 2 のインバータ 40 による消費電力低減を図ることができる。

次に、本発明をクライオポンプに適用した第 5 実施形態を図 6 に示す  
10      。この図は、本発明の第 3 実施形態をクライオポンプに適用したもので、図 4 に示したものと同様な構成、作用を有する部分は同じ符号で表し、その部分についての説明は省略する。

本実施形態において、50 A、50 B、50 C は、冷凍機ユニット 10 A、10 B、10 C が取り付けられたポンプ容器であり、52 A、52 B、52 C は例えば半導体製造装置において真空排気されるチャンバである。温度センサ 24 A、24 B、24 C は、冷凍機ユニットの 1 段もしくは 2 段の熱負荷部に限らず、クライオポンプのクライオパネルの任意の位置に取り付けられる。

本実施形態によれば、第 3 実施形態にて説明した如く、各冷凍機ユニットに設けられたインバータ 22 A、22 B、22 C による各冷凍機毎の温度調節と、それによる冷凍機ユニット間のバラツキ解消に加え、圧縮機ユニット 30 に設けた第 2 のインバータ 40 による消費電力低減を図ることができる。

なお、本実施形態では、クライオポンプと冷凍機ユニットは、1 対 1  
25      の組み合わせであるが、1 台のクライオポンプに対し、複数台の冷凍機ユニットを使用したシステムでも適用できる。又、第 1 実施形態、第 2 実施形態、及び、第 4 実施形態を適用することもできる。

次に、本発明を超伝導マグネットに適用した第6実施形態を図7に示す。この図は、本発明の第3実施形態を超伝導マグネットに適用したもので、図4に示したものと同様な構成、作用を有する部分は同じ符号で表し、その部分についての説明は省略する。

5     本実施形態において、60A、60B、60Cは、冷凍機ユニット10A、10B、10Cが取り付けられた超伝導マグネットであり、62A、62B、62Cは例えば核磁気共鳴イメージング(MRI)装置である。温度センサ24A、24B、24Cは、冷凍機ユニットの1段もしくは2段の熱負荷部に限らず、超伝導マグネットの任意の位置に取り  
10   付けられる。

本実施形態によれば、第3実施形態にて説明した如く、各冷凍機ユニットに設けたインバータ22A、22B、22Cによる各冷凍機毎の温度調節と、それによる冷凍機ユニット間のバラツキ解消に加え、圧縮機ユニット30に設けた第2のインバータ40による消費電力低減を図る  
15   ことができる。

なお、本実施形態では、超伝導マグネットと冷凍機ユニットは、1対1の組み合わせであるが、1台の超伝導マグネットに対し、複数台の冷凍機ユニットを使用したシステムでも適用できる。又、第1実施形態、第2実施形態、及び、第4実施形態を適用することもできる。

20   ここでは、医療の分野で利用されるMRIについて説明したが、本発明はそれ以外の分野で利用される超伝導マグネット(例えばMCZ等)についても適用できる。

次に、本発明を極低温測定装置に適用した第7実施形態を図8に示す。この図は、本発明の第3実施形態を極低温測定装置に適用したもので、図4に示したものと同様な構成、作用を有する部分は同じ符号で表し、その部分についての説明は省略する。

本実施形態において、70A、70B、70Cは、冷凍機ユニット1

0 A、10 B、10 Cが取り付けられた極低温測定装置（例えばX線回折測定装置、光透過測定装置、フォトルミネッセンス測定装置、超伝導体測定装置、ホール効果測定装置等）である。温度センサ24 A、24 B、24 Cは、冷凍機ユニットの1段もしくは2段の熱負荷部に限らず、  
5、極低温測定装置の任意の位置に取り付けられる。

本実施形態によれば、第3実施形態にて説明した如く、各冷凍機ユニットに設けたインバータ22 A、22 B、22 Cによる各冷凍機毎の温度調節と、それによる冷凍機ユニット間のパラツキ解消に加え、圧縮機ユニット30に設けた第2のインバータ40による消費電力低減を図る  
10ことができる。

なお、本実施形態では、超低温測定装置と冷凍機ユニットは、1対1の組み合わせであるが、1台の極低温測定装置に対し、複数台の冷凍機ユニットを使用したシステムでも適用できる。又、第1実施形態、第2実施形態、及び、第4実施形態を適用することもできる。

15 次に、本発明を簡易液化機に適用した第8実施形態を図9に示す。この図は、本発明の第3実施形態を簡易液化機に適用したもので、図4に示したものと同様な構成、作用を有する部分は同じ符号で表し、その部分についての説明は省略する。

本実施形態において、80 A、80 B、80 Cは、冷凍機ユニット1  
20 0 A、10 B、10 Cが取り付けられた液溜容器であり、82 A、82 B、82 Cはガスラインである。温度センサ24 A、24 B、24 Cは、冷凍機ユニットの1段もしくは2段の熱負荷部に限らず、簡易液化機の任意の位置に取り付けられる。

本実施形態によれば、第3実施形態にて説明した如く、各冷凍機ユニットに設けたインバータ22 A、22 B、22 Cによる各冷凍機毎の温度調節と、それによる冷凍機ユニット間のパラツキ解消に加え、圧縮機  
25 ユニット30に設けた第2のインバータ40による消費電力低減を図る



ことができる。

本実施形態において、温度センサ 24 A、24 B、24 C の代わりに、図 10 に示す第 9 実施形態のように、上記液溜容器 80 A、80 B、80 C の内部に液面センサ 28 A、28 B、28 C を取り付け、該液面センサの出力に応じた制御を行うことで第 3 実施形態と同様な効果を得ることができる。

なお、本実施形態では、簡易液化機と冷凍機ユニットは、1 対 1 の組み合わせであるが、1 台の簡易液化機に対し、複数台の冷凍機ユニットを使用したシステムでも適用できる。又、第 1 実施形態、第 2 実施形態、及び、第 4 実施形態を適用することもできる。

前記実施形態においては、いずれも、2 段 G-M サイクル冷凍機を制御するようにされていたが、本発明の適用対象はこれに限定されず、冷凍機一般（例えば、単段 G-M サイクル冷凍機、3 段 G-M サイクル冷凍機、変形ソルベイサイクル冷凍機、パルス管式冷凍機等）の温度制御にも同様に適用できることは明らかである。又、吸排気のサイクルタイムを司る機構も吸排気バルブ駆動用モータに限定されない。

### 産業上の利用可能性

本発明によれば、温度制御機構を構成するインバータやコントローラが常温部にあることから、電気ヒータを低温部に設ける場合に比べて信頼性の高い方法で、冷凍機の温度調節を行なうことが可能となる。又、1 台もしくは複数台の圧縮機ユニットで複数台の冷凍機ユニットを運転する場合でも、個々の冷凍機ユニットの温度調整が可能となり、冷凍機ユニット間のバラツキを解消できる。

特に、圧縮機ユニットのインバータ制御を組み合わせた場合には、システムとして最適なガス流量を得るように圧縮機の回転数を調整して、消費電力を低減することが可能となる。



### 請求の範囲

1. 電源と冷凍機ユニットの吸排気のサイクルタイムを司る吸排気バルブ駆動用モータの間に設けられた、該吸排気バルブ駆動用モータの周波  
5 数を可変させる手段と、

冷凍機ユニットの熱負荷部の温度を検出する温度センサと、

該温度センサの出力信号に応じて、前記吸排気バルブ駆動用モータの周波数を可変させる手段を制御するコントローラと、

を備えたことを特徴とする冷凍機ユニット。

10

2. 請求項 1 に記載の冷凍機ユニットを備えたことを特徴とするクライオポンプ。

3. 電源と圧縮機ユニットの圧縮機本体モータとの間に設けられた、該  
-15 圧縮機本体モータの周波数を可変させる手段と、

前記圧縮機本体の吐出口と前記冷凍機ユニットの冷媒供給口とを接続する高圧冷媒管に取り付けられた高圧圧力センサと、

前記圧縮機本体の吸入口と前記冷凍機ユニットの冷媒排出口とを接続する低圧冷媒管に取り付けられた低圧圧力センサと、

20 前記高圧圧力センサと前記低圧圧力センサの出力信号に応じて、前記圧縮機本体モータの周波数を可変させる手段を制御するコントローラと、

を備えたことを特徴とする圧縮機ユニットを使用して、

請求項 1 に記載の冷凍機ユニットの複数台と、

25 前記圧縮機ユニット 1 台もしくは複数台にて構成されることを特徴とする極低温冷凍機。

4. 電源と圧縮機ユニットの圧縮機本体モータとの間に設けられた、該圧縮機本体モータの周波数を可変させる手段と、

前記圧縮機本体の吐出口と前記冷凍機ユニットの冷媒供給口とを接続する高圧冷媒管と前記圧縮機本体の吸入口と前記冷凍機ユニットの冷媒  
5 排出口とを接続する低圧冷媒管の間に取り付けられた差圧圧力センサと

、  
該差圧圧力センサの出力信号に応じて、前記圧縮機本体モータの周波数を可変させる手段を制御するコントローラと、

を備えたことを特徴とする圧縮機ユニットを使用して、  
10 請求項 1 に記載の冷凍機ユニットの複数台と、  
前記圧縮機ユニット 1 台もしくは複数台にて構成されることを特徴とする極低温冷凍機。

5. 請求項 2 又は 3 に記載の極低温冷凍機を備えたことを特徴とするク  
15 ライオポンプ。

6. クライオポンプのクライオパネルの任意の位置の温度を検出する温度センサと、

該温度センサの出力に応じて、冷凍機ユニットの吸排気のサイクルタイムを司る吸排気バルブ駆動用モータの周波数を可変させる手段を制御  
20 するコントローラと、

を備えたことを特徴とする請求項 5 に記載のクライオポンプ。

7. 請求項 1 に記載の冷凍機ユニットを備えたことを特徴とする超伝導  
25 マグネット。

8. 請求項 2 又は 3 に記載の極低温冷凍機を備えたことを特徴とする超

伝導マグネット。

9. 超伝導マグネットの任意の位置の温度を検出する温度センサと、

5 該温度センサの出力に応じて、冷凍機ユニットの吸排気のサイクルタイムを司る吸排気バルブ駆動用モータの周波数を可変させる手段を制御するコントローラと、

を備えたことを特徴とする請求項7又は8に記載の超伝導マグネット

。

10 10. 請求項1に記載の冷凍機ユニットを備えたことを特徴とする極低温計測装置。

11. 請求項2又は3に記載の極低温冷凍機を備えたことを特徴とする極低温計測装置。

15

12. 極低温計測装置の任意の位置の温度を検出する温度センサと、

該温度センサの出力に応じて、冷凍機ユニットの吸排気のサイクルタイムを司る吸排気バルブ駆動用モータの周波数を可変させる手段を制御するコントローラと、

20 を備えたことを特徴とする請求項10又は11に記載の極低温計測装置。

13. 請求項1に記載の冷凍機ユニットを備えたことを特徴とする簡易液化機。

25

14. 請求項2又は3に記載の極低温冷凍機を備えたことを特徴とする簡易液化機。

15. 簡易液化機の任意の位置の温度を検出する温度センサと、

該温度センサの出力に応じて、冷凍機ユニットの吸排気のサイクルタイムを司る吸排気バルブ駆動用モータの周波数を可変させる手段を制御するコントローラと、

5      を備えたことを特徴とする請求項13又は14に記載の簡易液化機。

16. 簡易液化機の液溜容器内の液面検出手段と、

該液面検出手段の出力に応じて、冷凍機ユニットの吸排気のサイクルタイムを司る吸排気バルブ駆動用モータの周波数を可変させる手段を制御するコントローラと、

10      御するコントローラと、

を備えたことを特徴とする請求項13又は14に記載の簡易液化機。

## 補正書の請求の範囲

[2003年11月10日(10.11.03)国際事務局受理:出願当初の請求の範囲5, 8, 11及び14は補正された;他の請求の範囲は変更なし。(2頁)]

4. 電源と圧縮機ユニットの圧縮機本体モータとの間に設けられた、該圧縮機本体モータの周波数を可変させる手段と、

前記圧縮機本体の吐出口と前記冷凍機ユニットの冷媒供給口とを接続する高圧冷媒管と前記圧縮機本体の吸入口と前記冷凍機ユニットの冷媒  
5 排出口とを接続する低圧冷媒管の間に取り付けられた差圧圧力センサと

該差圧圧力センサの出力信号に応じて、前記圧縮機本体モータの周波数を可変させる手段を制御するコントローラと、

を備えたことを特徴とする圧縮機ユニットを使用して、

10 請求項1に記載の冷凍機ユニットの複数台と、

前記圧縮機ユニット1台もしくは複数台にて構成されることを特徴とする極低温冷凍機。

5. (補正後) 請求項3又は4に記載の極低温冷凍機を備えたことを特  
15 徴とするクライオポンプ。

6. クライオポンプのクライオパネルの任意の位置の温度を検出する温度センサと、

該温度センサの出力に応じて、冷凍機ユニットの吸排気のサイクルタイムを司る吸排気バルブ駆動用モータの周波数を可変させる手段を制御  
20 するコントローラと、

を備えたことを特徴とする請求項5に記載のクライオポンプ。

7. 請求項1に記載の冷凍機ユニットを備えたことを特徴とする超伝導  
25 マグネット。

8. (補正後) 請求項3又は4に記載の極低温冷凍機を備えたことを特



徴とする超伝導マグネット。

9. 超伝導マグネットの任意の位置の温度を検出する温度センサと、  
該温度センサの出力に応じて、冷凍機ユニットの吸排気のサイクルタ  
5 イムを司る吸排気バルブ駆動用モータの周波数を可変させる手段を制御  
するコントローラと、  
を備えたことを特徴とする請求項7又は8に記載の超伝導マグネット

- 10 10. 請求項1に記載の冷凍機ユニットを備えたことを特徴とする極低  
温計測装置。

11. (補正後) 請求項3又は4に記載の極低温冷凍機を備えたことを  
特徴とする極低温計測装置。

15

12. 極低温計測装置の任意の位置の温度を検出する温度センサと、  
該温度センサの出力に応じて、冷凍機ユニットの吸排気のサイクルタ  
イムを司る吸排気バルブ駆動用モータの周波数を可変させる手段を制御  
するコントローラと、  
20 を備えたことを特徴とする請求項10又は11に記載の極低温計測装  
置。

13. 請求項1に記載の冷凍機ユニットを備えたことを特徴とする簡易  
液化機。

25

14. (補正後) 請求項3又は4に記載の極低温冷凍機を備えたことを  
特徴とする簡易液化機。

Fig.1

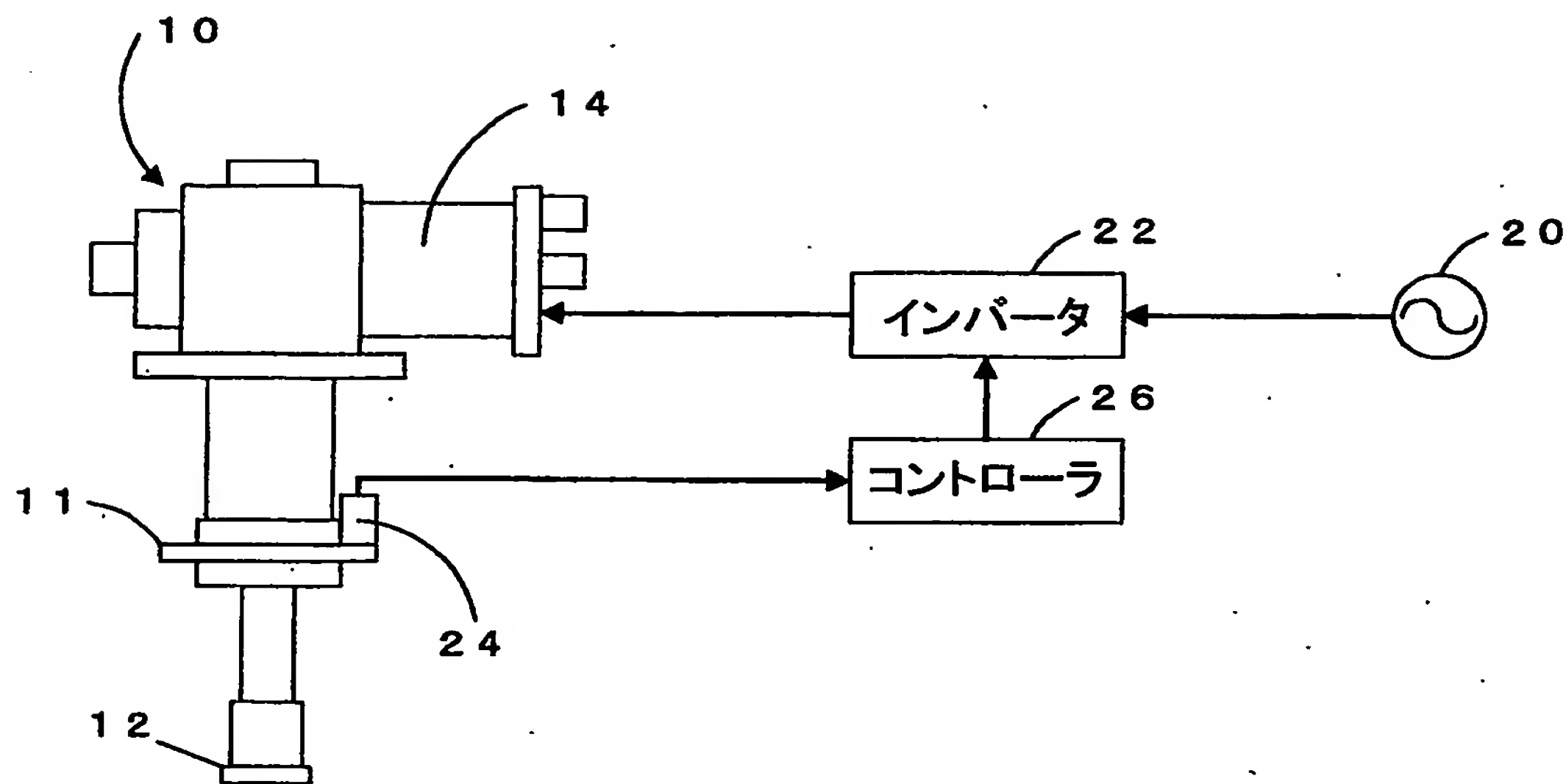
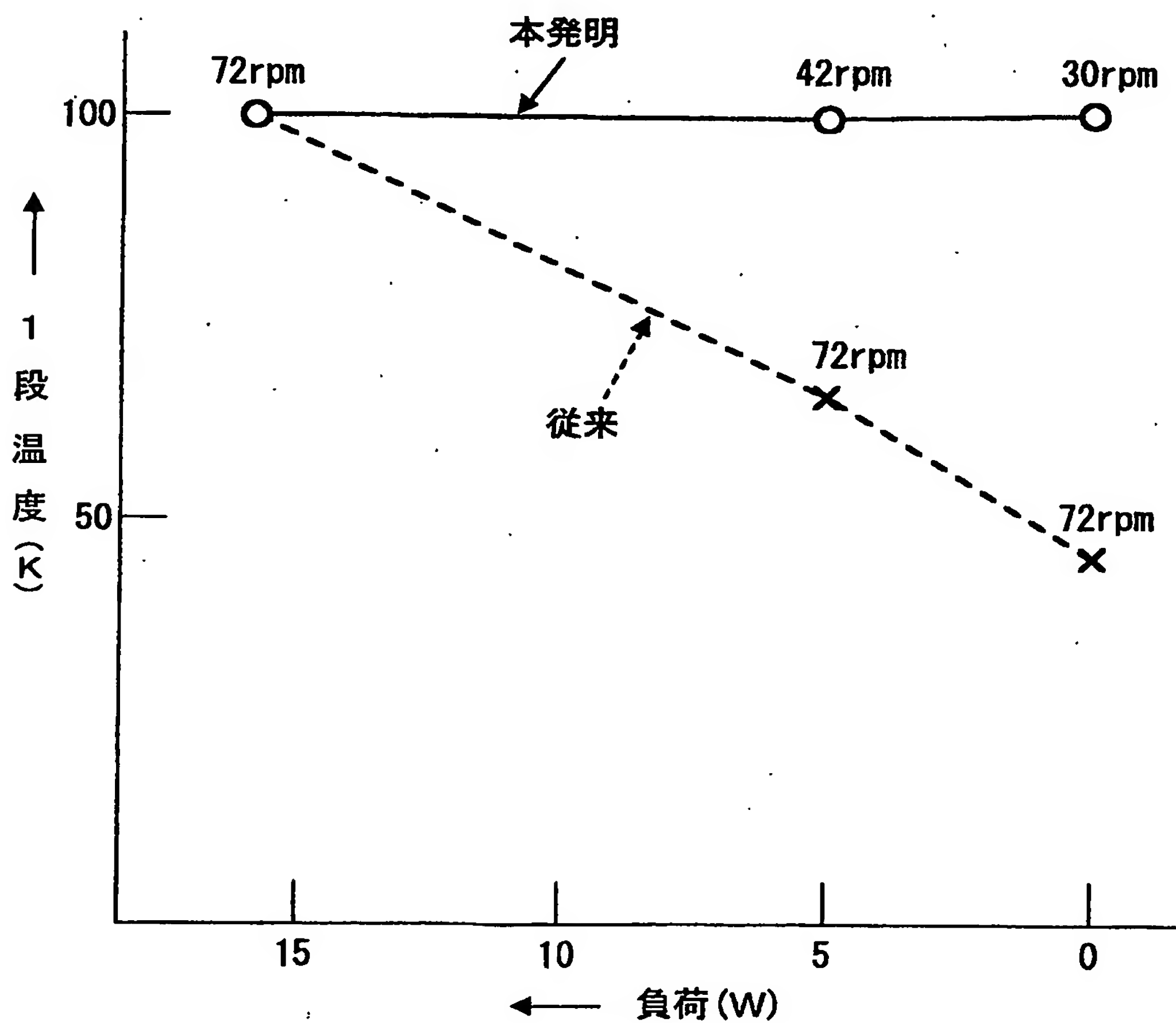
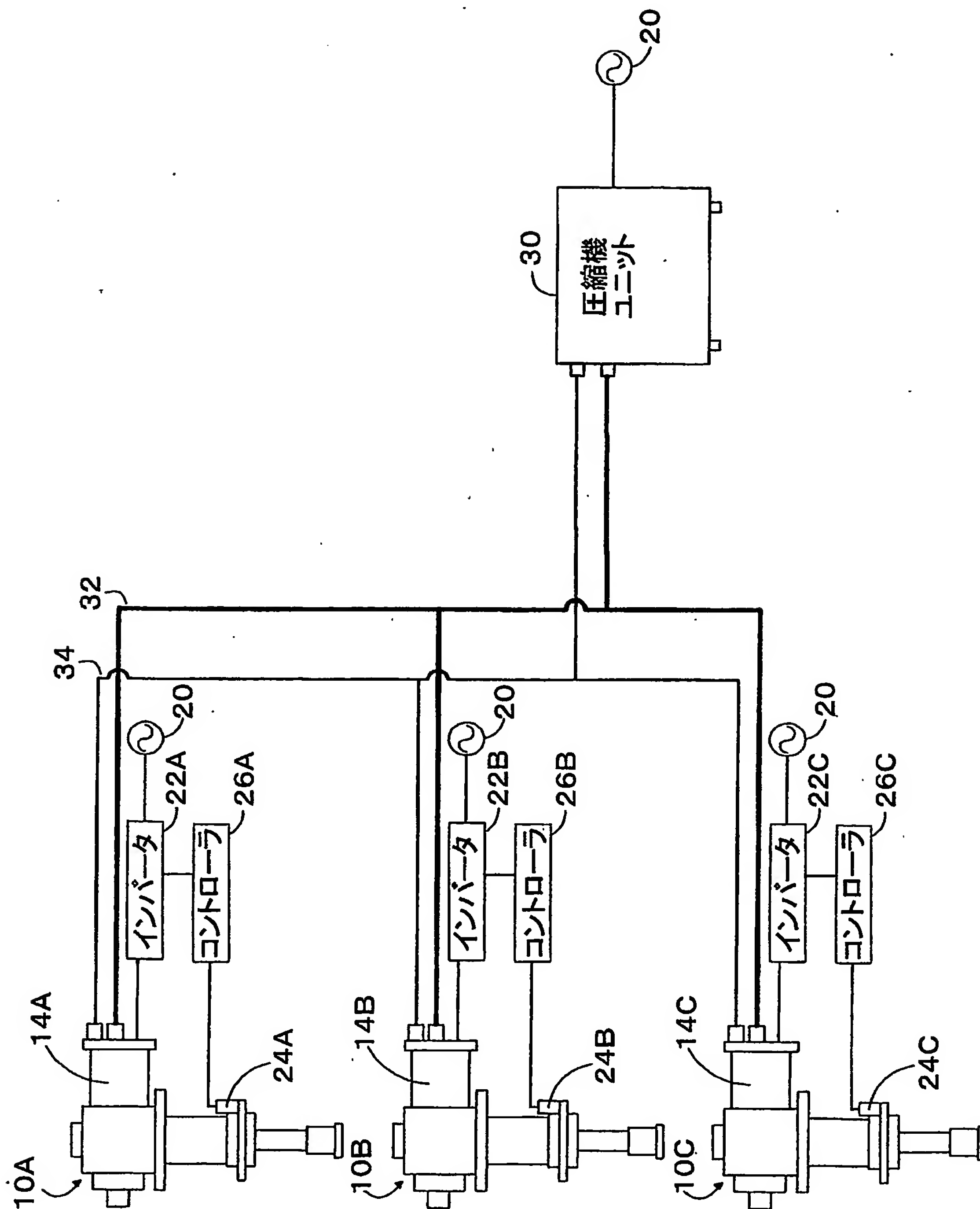


Fig.2



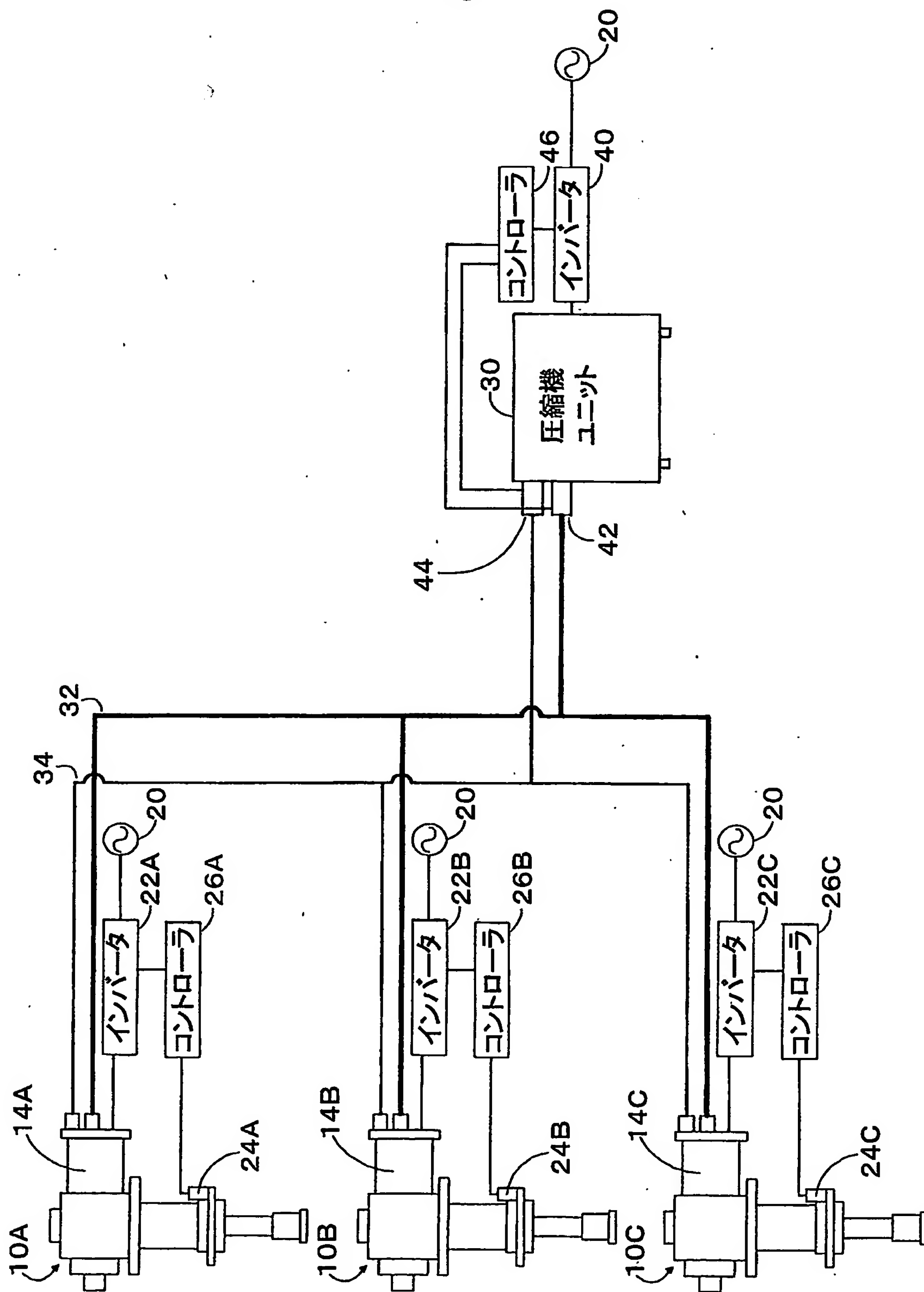
2/9

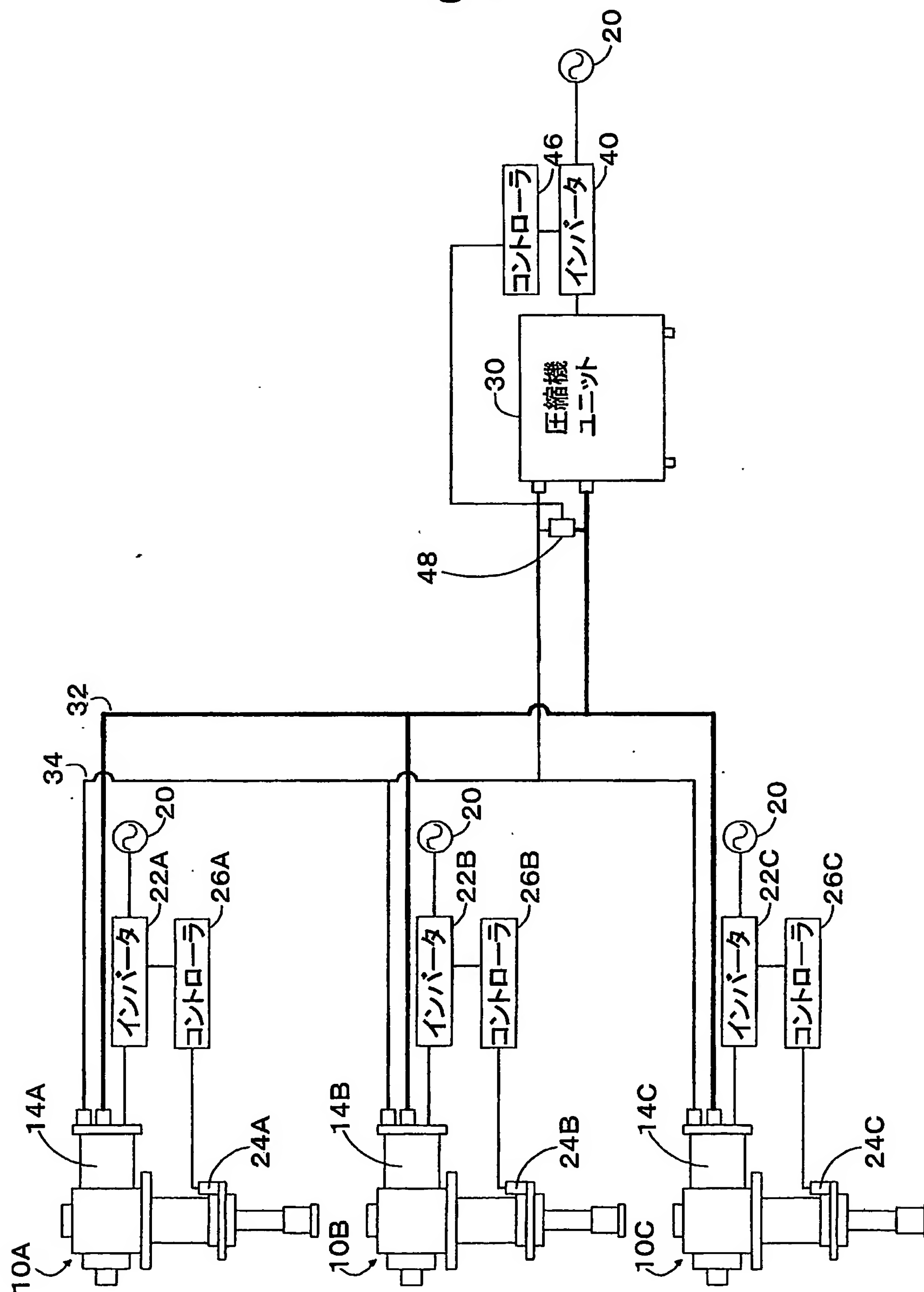
**Fig.3**



3/9

Fig.4

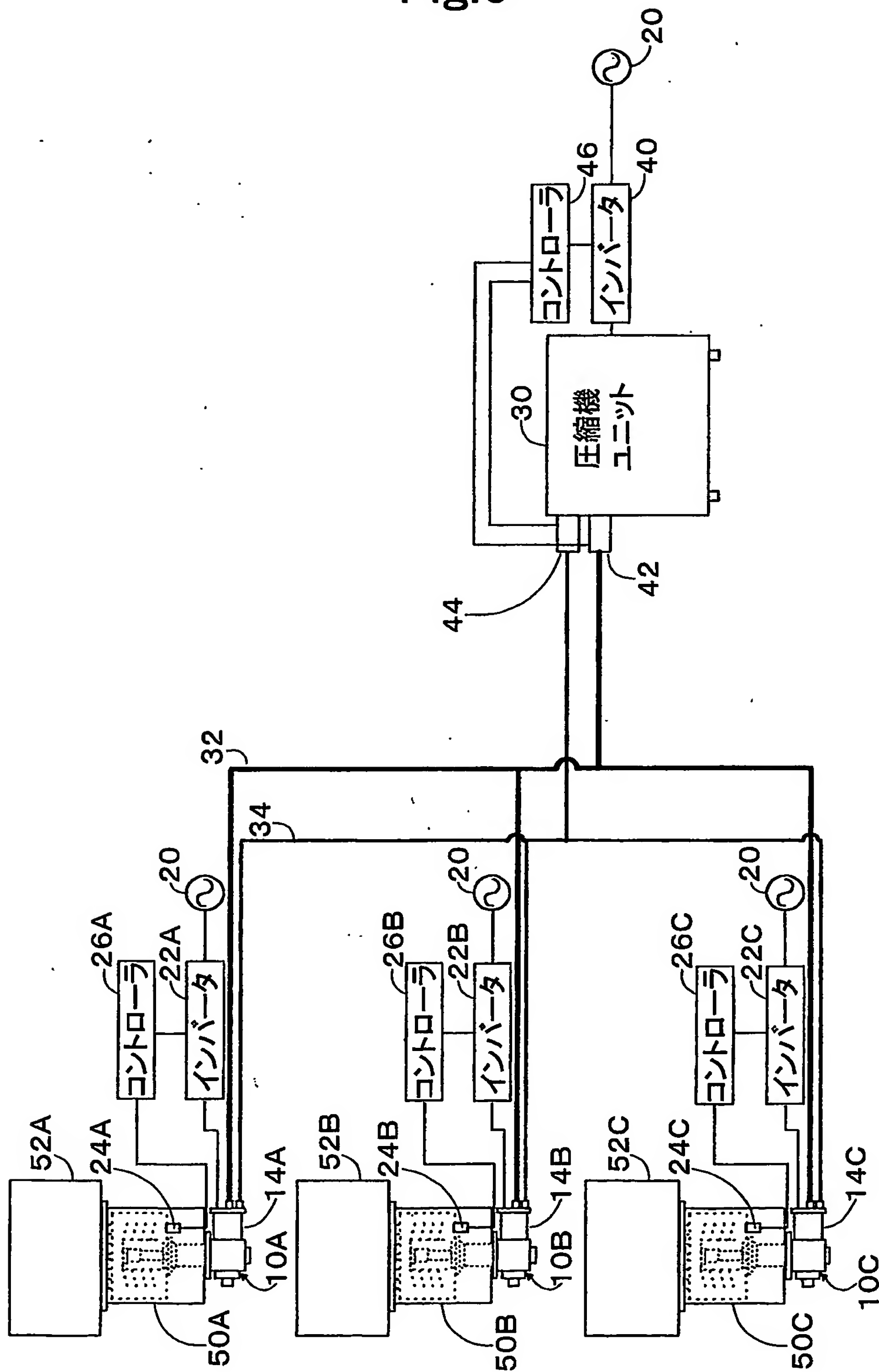


4/9  
Fig.5



5/9

Fig.6



6/9

Fig. 7

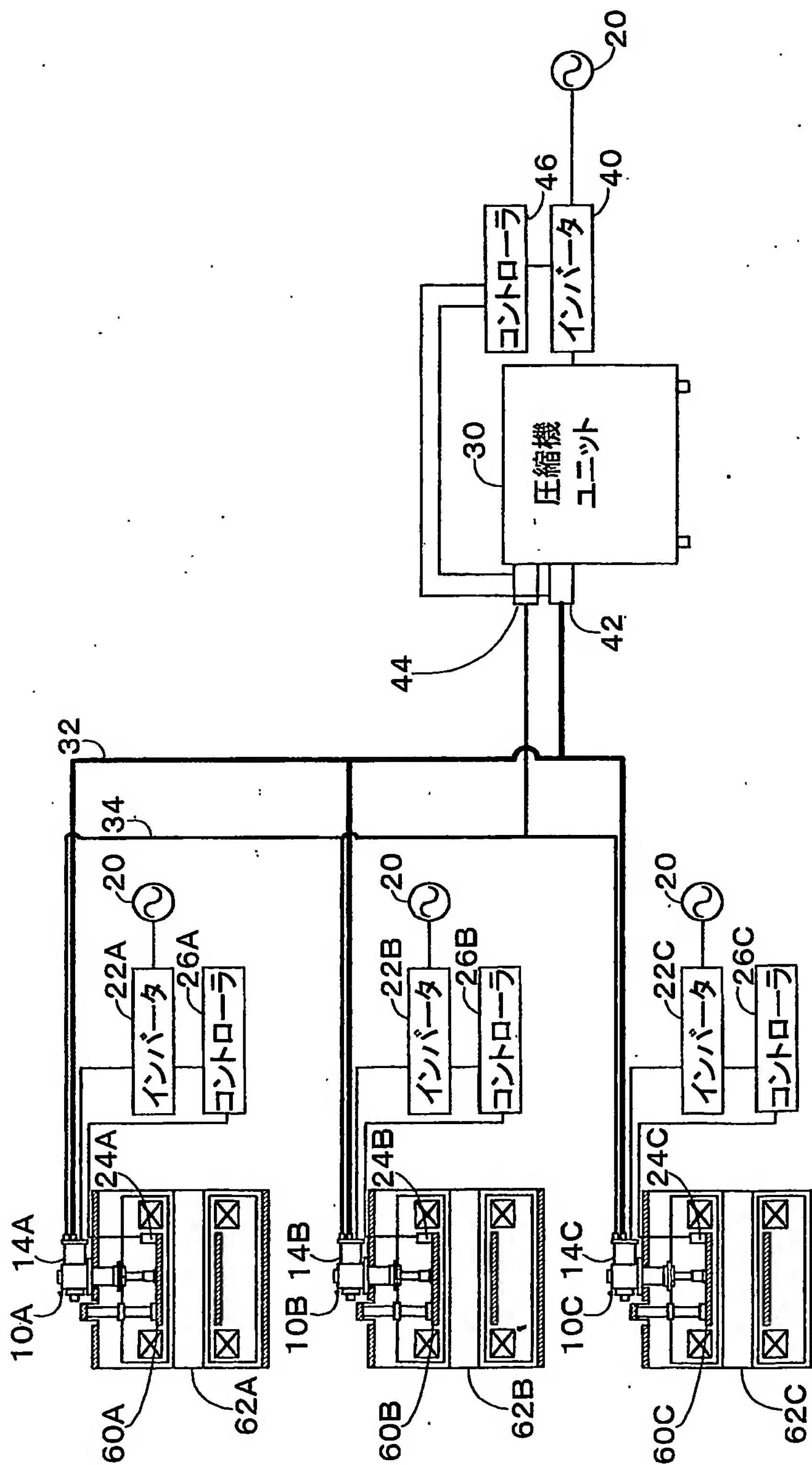
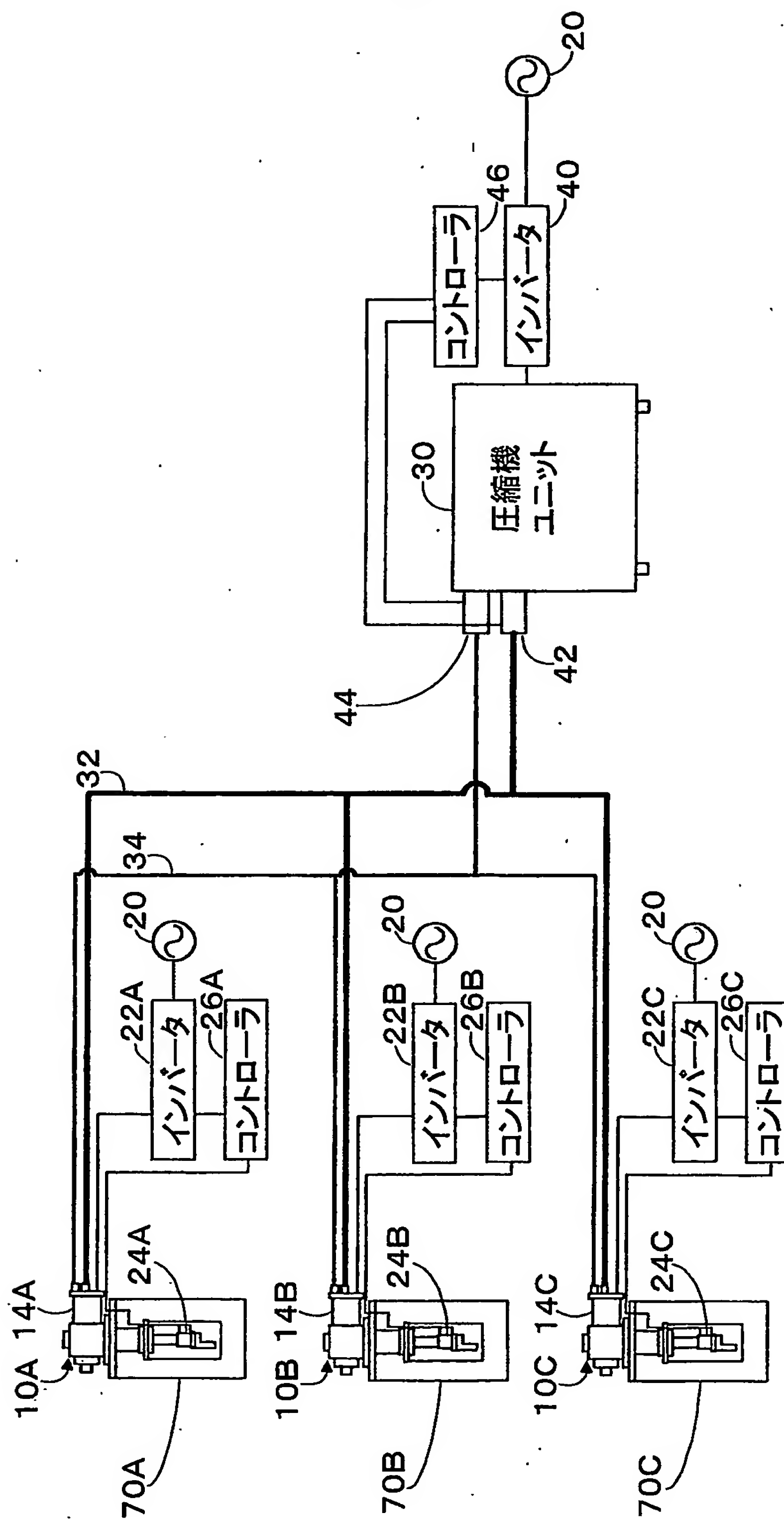


Fig.8



8/9

Fig.9

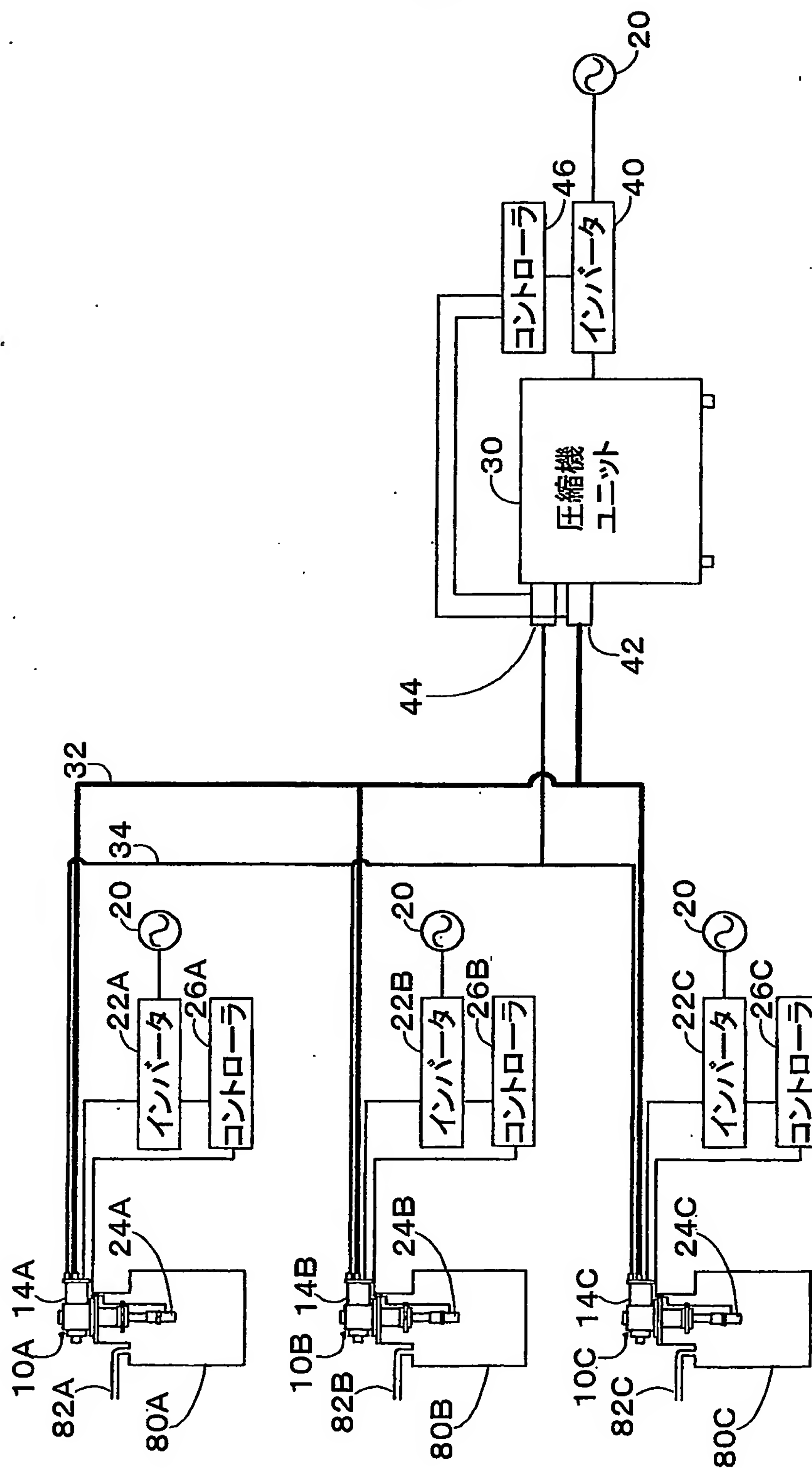
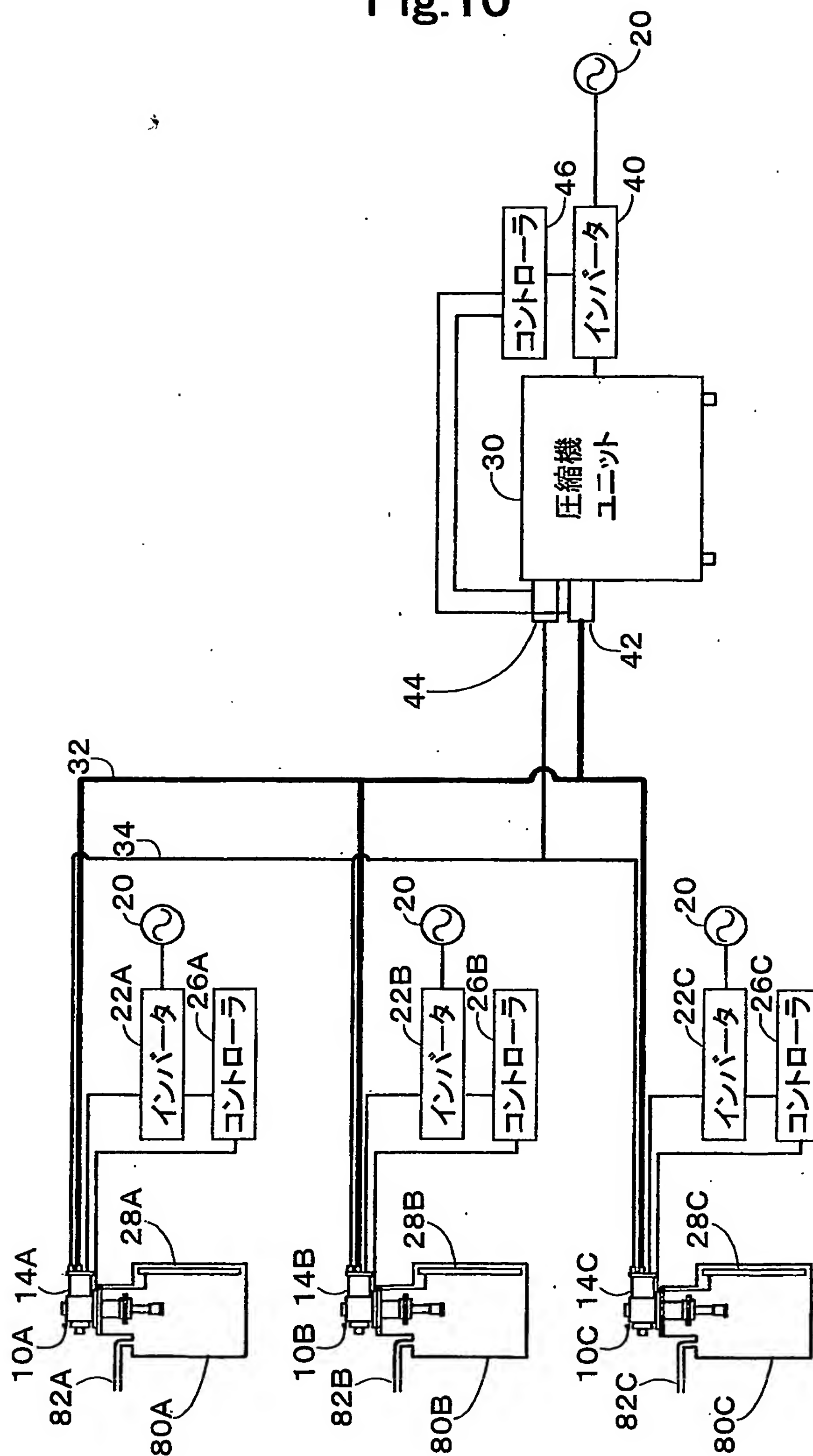


Fig.10





## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/07525

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl<sup>7</sup> F25B9/14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>7</sup> F25B9/14Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 62-106263 A (Hitachi, Ltd.), 16 May, 1987 (16.05.87), Page 2, lower right column, line 17 to page 3, upper left column, line 3 (Family: none)	1 2, 5-16
Y	JP 7-294036 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 10 November, 1995 (10.11.95), Page 2, Par. No. [0002]; page 3, Par. Nos. [0015] to [0019] (Family: none)	2, 5, 6
Y	JP 11-182960 A (Daikin Industries, Ltd.), 06 July, 1999 (06.07.99), Page 3, Par. Nos. [0015], [0019] (Family: none)	7-9

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  
08 September, 2003 (08.09.03)Date of mailing of the international search report  
24 September, 2003 (24.09.03)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/07525

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 7-146020 A (Sumitomo Heavy Industries, Ltd.), 06 June, 1995 (06.06.95), Page 2, Par. No. [0001]; page 3, Par. No. [0022]; page 4, Par. No. [0036] (Family: none)	10-12
Y	JP 2000-121192 A (Daikin Industries, Ltd.), 28 April, 2000 (28.04.00), Page 6, Par. Nos. [0052] to [0055] (Family: none)	13-16
A	JP 64-33474 A (Hitachi, Ltd.), 03 February, 1989 (03.02.89), Page 3, lower right column, lines 10 to 17 (Family: none)	3, 4
A	JP 2001-12817 A (Daikin Industries, Ltd.), 19 January, 2001 (19.01.01), Page 3, Par. No. [0011] (Family: none)	3, 4

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl <sup>7</sup> F25B 9/14		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl <sup>7</sup> F25B 9/14		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの		
日本国実用新案公報 1926-1996年		
日本国公開実用新案公報 1971-2003年		
日本国実用新案登録公報 1996-2003年		
日本国登録実用新案公報 1994-2003年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 62-106263 A (株式会社日立製作所) 1987. 05. 16, 第2頁右下欄第17行-第3頁左上欄第3行	1
Y	(ファミリーなし)	2, 5-16
Y	JP 7-294036 A (三洋電機株式会社) 1995. 11 . 10, 第2頁【0002】, 第3頁【0015】-【0019】 (ファミリーなし)	2, 5, 6
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー		
「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの		
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの		
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)		
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献		
「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの		
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの		
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの		
「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日	08. 09. 03	国際調査報告の発送日 24.09.03
国際調査機関の名称及びあて先	特許庁審査官 (権限のある職員)	3M 7409
日本国特許庁 (ISA/JP)	上原 徹	(印)
郵便番号100-8915	電話番号 03-3581-1101	内線 3377
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 11-182960 A (ダイキン工業株式会社) 1999 . 07. 06, 第3頁【0015】, 【0019】 (ファミリーなし)	7-9
Y	JP 7-146020 A (住友重機械工業株式会社) 1995 . 06. 06, 第2頁【0001】, 第3頁【0022】, 第4頁 【0036】 (ファミリーなし)	10-12
Y	JP 2000-121192 A (ダイキン工業株式会社) 20 00. 04. 28, 第6頁【0052】 - 【0055】 (ファミリーなし)	13-16
A	JP 64-33474 A (株式会社日立製作所) 1989. 02. 03, 第3頁右下欄第10-17行 (ファミリーなし)	3, 4
A	JP 2001-12817 (ダイキン工業株式会社) 2001. 01. 19, 第3頁【0011】 (ファミリーなし)	3, 4